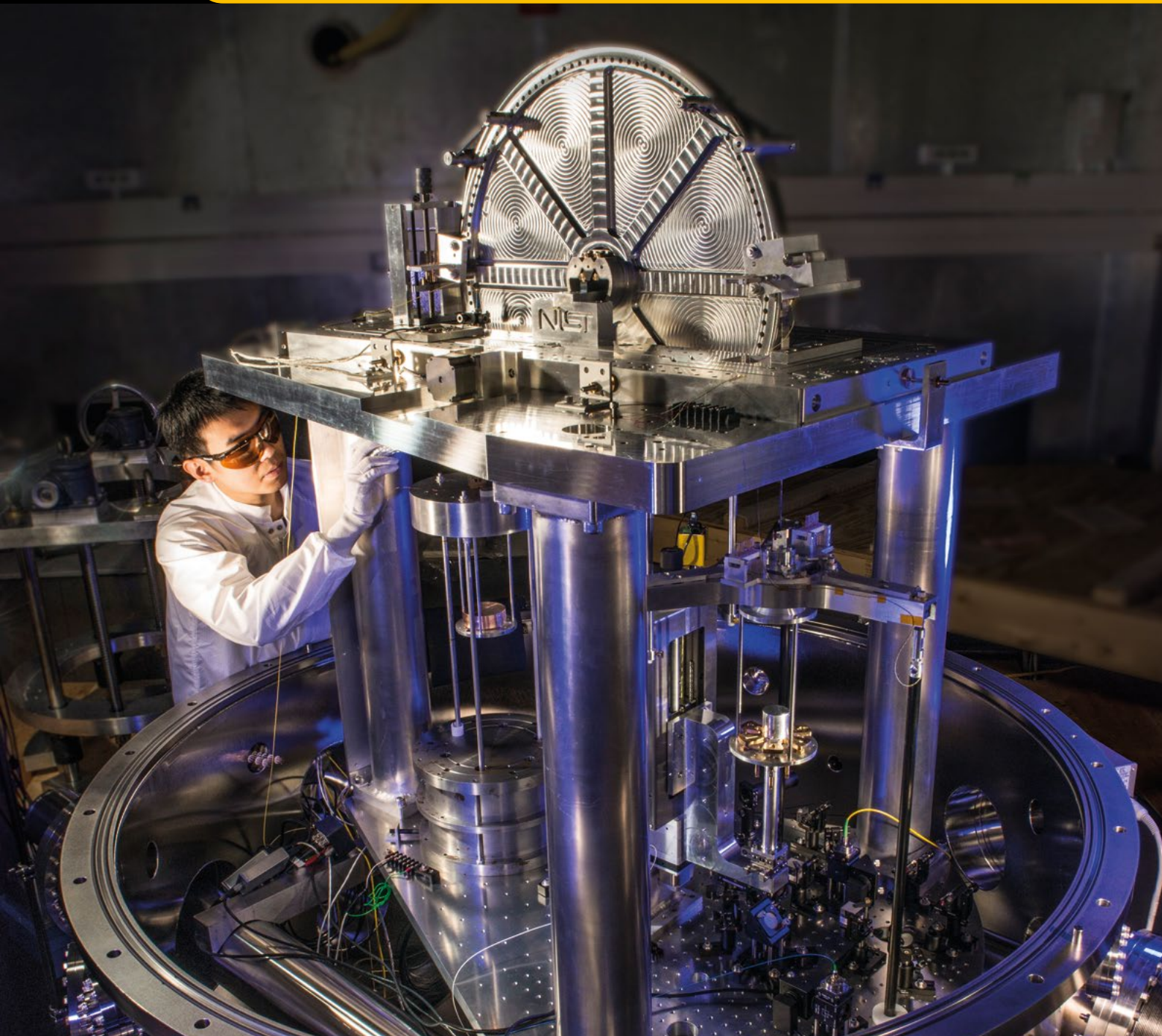


4 / 2019
SVAZEK 69

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®



- NOVÉ ZÁKLADNÍ JEDNOTKY SI • METROLOGIE V NANOTECHNOLOGIÍCH •
- TRANSPARENTNÍ KERAMIKA • PULZNÍ LASEROVÉ SYSTÉMY PRO ABLACI •
- LOSCHMIDTOVO MĚŘENÍ NEJMENŠÍHO • ROZHOVOR S OTAKAREM FOJTEM •



Abstracts of review articles

Petr Klapetek:

Traceable metrological approaches for nanotechnology

This article presents the basic approaches for obtaining traceability of metrological measurements for objects at the nanoscale and microscale. This includes the use of primary length standards and the use of known material constants, such as the inter-atomic distance in silicon.

Samuel Paul David, Petr Navratil, Martin Hanus, Venkatesan Jambunathan, Martin Divoky, Antonio Lucianetti, Tomas Mocek:

Transparent ceramics – A boom for the laser community

Transparent ceramics have been used as matrices for laser gain media of high power lasers since the beginning of this millennium. Thanks to its unique qualities it has become an attractive alternative to glasses and single crystals, finding applications in the field of optics, defence, medical facilities, radiation detectors and many others.

Marek Stehlík, Nadezhda M. Bulgakova:

Laser systems for ablation with ultrashort pulses

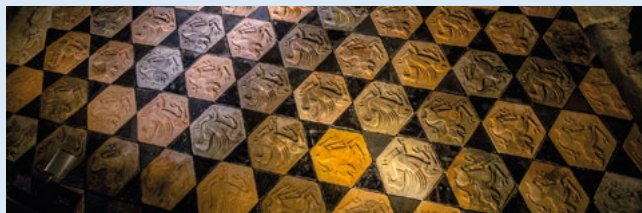
This article presents a short review of the new possibilities, which are offered by new laser sources, in particular those developed at the HiLASE centre. The aim of this review is to provide the reader with information on new laser developments and demonstrate its tremendous potential for advancement in the field of laser-matter interaction, which can be accessed due to novel laser systems.

Jarmila Čiháková, Martin Vlach,

Luboš Veverka, Ilona Vlachová, Ivo Světlík:

St. Wenceslas Rotunda at the Faculty of Mathematics and Physics – A Meeting of Archaeology with Other Scientific Disciplines

The progress made in exact sciences in the 20th century is also evident in archaeology. The effort to grasp aspects of society's development from a point untouched by written sources has led to a close cooperation between natural-scientific and technical disciplines during the preservation and restoration of St. Wenceslas Rotunda at the Faculty of Mathematics and Physics, Charles University.



Miroslav Novák:

Loschmidt's concepts of structure of organic compounds and of benzene in particular.

More than 150 years ago Josef Loschmidt, later a distinguished physicist, published a booklet in which he clearly and correctly depicted the structure of almost four hundred mainly organic chemical compounds, and above all deduced the cyclic structure of benzene. Unfortunately, this work was disregarded and gradually forgotten, which had a negative impact on the later development of organic chemistry.


**ENERGETICKÁ
OLYMPIÁDA**

Vzdělávací soutěž pro studenty
středních škol a gymnázií

**Ukažme studentům, jak
mohou teorii využít v praxi**

Představme jim technické vzdělání jako zajímavou a lukrativní investici do budoucnosti. Výherci budou mít zajištěno přijetí na FEL ČVUT v Praze a na program Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika (BPC-SEE) na FEKT VUT v Brně bez přijímacích zkoušek, a navíc mohou vyhrát 50 000 Kč.



Studenti budou pracovat ve skupinách prostřednictvím on-line formuláře.

**Učitelé nemusí nic opravovat ani
vykazovat, vše probíhá on-line!**



Školní kolo: 18. 10. 2019

Finálové kolo: 14.–15. 11. 2019
na FEL ČVUT v Praze

W.W.W. enol.cz



info@enol.cz

Generální partner:

čeps

Odborný garant:


innogy

ABB

e-on


SKOENERGO

ERU

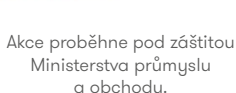
Hoval


SEVEN ENERGY


**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
ČVUT V PRAZE**


**VŠB - TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**


**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
A INFORMATIKY**

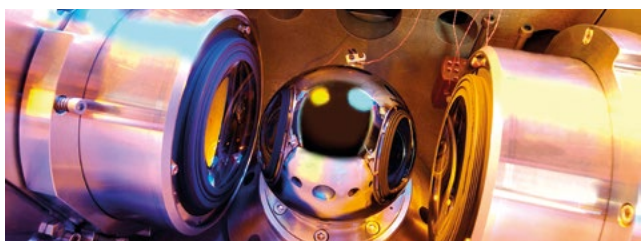

**AKCE PROBĚHNE POD ZÁŠTITOU
MINISTERSTVA PRŮMYSLU
A OBCHODU.**

Obsah

AKTUALITY

Nový kilogram v SI 244

Jan Obdržálek



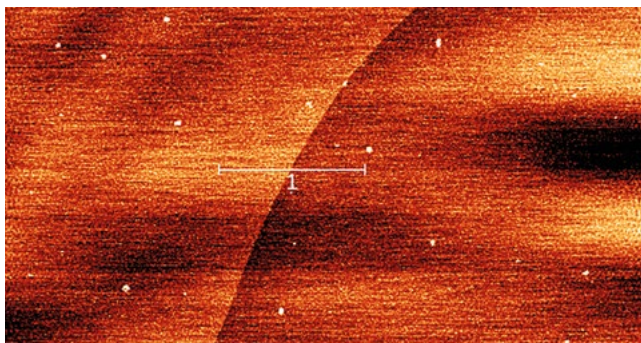
Rentgenové paprsky a interference ve službách nové definice kilogramu 247

Stanislav Daniš

AKTUALITY

Metody metrologické návaznosti v nanotechnologiích 251

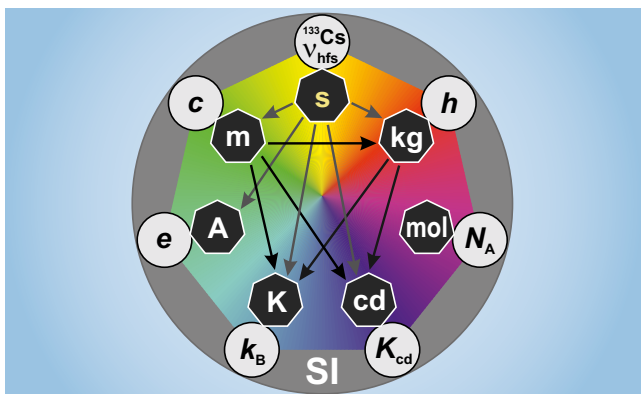
Petr Klapetek



VE ZKRATCE

Nové základní jednotky SI 254

Jan Obdržálek



REFERÁTY

Transparentní keramika – požehnání pro společenství laserových vědců 258

Samuel Paul David, Petr Navrátil, Martin Hanuš, Venkatesan Jambunathan, Martin Divoký, Antonio Lucianetti, Tomáš Mocek



Laserové systémy pro ablaci ultra-krátkými pulzy – stručný přehled 264

Marek Stehlík, Nadezhda M. Bulgakova

REFERÁTY

Rotunda sv. Václava na Matfyzu – setkání archeologie s dalšími vědními obory 271

Jarmila Čiháková, Martin Vlach, Luboš Veverka, Ilona Vlachová, Ivo Světlík



HISTORIE FYZIKY

Jean Bernard Léon Foucault (1819–1868) a důkaz denního pohybu Země 279

František Jáchim



Obrázek na obálce: Leon Chao seřizuje přístroj NIST-4 Watt Balance v americkém ústavu pro standardy (National Institute of Standards and Technology), zdroj: Curt Suplee/NIST (viz str. 244)

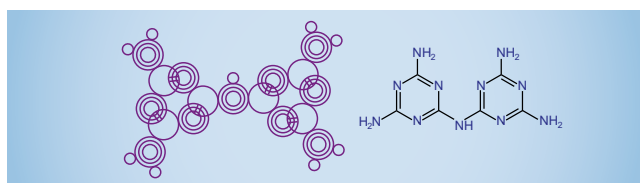
HISTORIE FYZIKY

Loschmidtovo měření nejmenšího 285

Petr Slavíček

Loschmidtovy představy o struktuře organických sloučenin, zejména benzenu 290

Miroslav Novák



ZPRÁVY

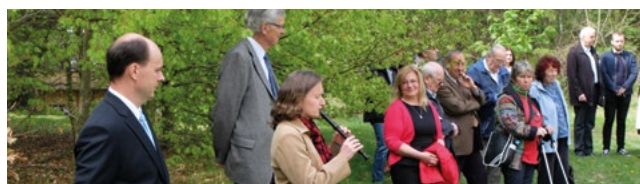
Ohlédnutí za zajímavou minikonferencí „Women in Science“ 296

Anna Fučíková

Mayerův dalekohled 297

Ondřejovská „pětašedesátka“ dostala své jméno

Jana Žďárská



ZPRÁVY

Dotknout se gravitace... 299

Držitel Nobelovy ceny za fyziku Kip S. Thorne navštívil Prahu

Jana Žďárská



ROZHOVOR

Jak chutná chleba Otakara Fojta? 301

Z Brna do Oxfordu a zpět...

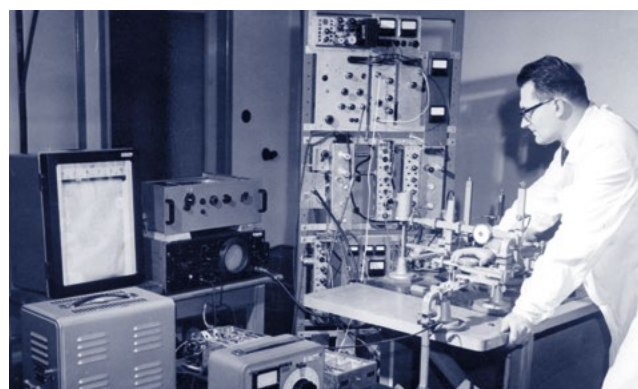
Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Za Viktorem Trkalem 308

Jan Valenta



RECENZE KNIH

Michal Černý:

Vybrané kapitoly z fyziky a filosofie 311

Miroslav Dočkal

Štefan Luby (editor) a kol.:

Od tranzistora k integrovanému obvodu (kapitoly z dějin česko-slovenské elektroniky) 312

Libor Juha





Amedeo Avogadro

Nový kilogram v SI

Jan Obdržálek

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha, obdrzalekjan@gmail.com

Nový přístup v definicích

Mezinárodní soustava jednotek SI se sedmi základními jednotkami – metr, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, mol a kandela –, s odvozenými jednotkami (ohm, metr za sekundu ...) a s řadou předpon pro desítkové násobky a díly se podle závěrů 25. zasedání CIPGM (listopad 2014) dočkala 20. května 2019 zásadních změn. Bylo již předem rozhodnuto, že nové definice budou

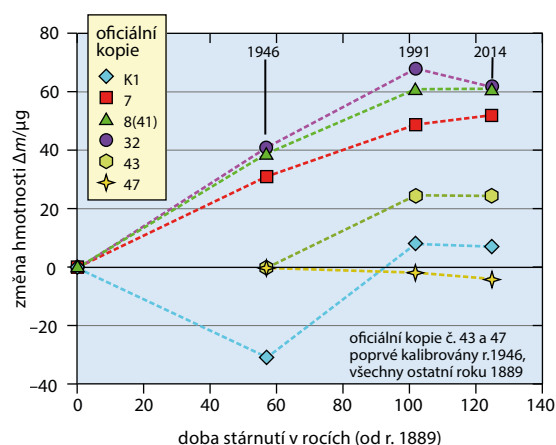
- vycházet z daných numerických hodnot vybraných fyzikálních konstant;
- formulovány stylem „explicit-constant“, tj. „metr, kilogram, sekunda, ... jsou takové jednotky, že dále uvedené fyzikální veličiny mají uvedené hodnoty...“, nikoli dosavadním stylem „explicit unit“, tedy např. „kilogram je roven hmotnosti mezinárodního prototypu ...“ nebo „metr je dráha uběhnutá světlem ve vakuu za dobu ...“

Změna vedla též k redefinici čtyř jednotek – kilogramu, ampéru, kelvinu a molu; u ostatních jednotek jde jen o stylistiku. Za konstanty byly zvoleny:

- frekvence přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu ^{133}Cs je rovna $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\text{ Hz}$;
- světelná rychlost je rovna $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$;
- Planckova konstanta je rovna $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$;
- elementární náboj je roven $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}\text{ C}$;
- Boltzmannova konstanta je rovna $k_B = 1,380\,649 \times 10^{-23}\text{ J/K}$;
- Avogadrova konstanta je rovna $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$;
- svítivost monochromatického záření o frekvenci $540 \times 10^{12}\text{ Hz}$ je $K_{\text{cd}} = 683\text{ lm/W}$,



Starší provedení sekundárního etalonu hmotnosti (1798).



Obr. 1 Jak nám stárnuly standardy kilogramu [3].

kde

- hertz, joule, watt, ... se značkami Hz, J, W, ... jsou spojeny s jednotkami sekunda, metr, kilogram, ... se značkami s, m, kg, ... vztahy $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$, ...;
- číselné hodnoty h , e , k , N_A odpovídají nejčerstvějším údajům CODATA.

Veškeré nové definice budou ovšem volbou číselných hodnot připraveny tak, aby změna hodnoty základní jednotky před redefinicí a po ní byla co nejmenší.

Hmotnost

Hmotnost byla v minulosti nejslabším článkem SI. Odkaz na jistý konkrétní artefakt – platinoiridiový etalon v Sèvres – je jednak nesystémový postup, ale hlavně ani tento artefakt není absolutně neproměnný; porovnáváním s užívanějšími kopiemi lze odhadnout, že časem mohla jeho odchylka od původní hodnoty vzrůst až na cca $\Delta m = 50\text{ }\mu\text{g}$, tedy řádově $1 : 2 \times 10^7$, jak je vidět z obrázku 1 (převzato ze [3]).

Jevilo by se sice přirozené definovat hmotnost přímočařeji, třeba přes univerzální gravitační konstantu G vyskytující se v popisu gravitační interakce dvou částic podle Newtonova gravitačního zákona, nebo podle (klidové) hmotnosti vhodné elementární částice. První možnost je ale technicky nemožná při požadované přesnosti (mj. na rozdíl od elektromagnetické interakce nelze gravitaci odstínit), druhá alternativa zase není dost silná teoreticky: proč vybrat právě jednu z mnoha elementárních částic za základ? U elektrického náboje toto problém není, protože všechny částice, které lze přímo pozorovat (tedy nikoli kvarky, které pozorujeme jen ve dvojicích či trojicích), mají celistvý násobek tohoto náboje.

Volba Planckovy konstanty uvedené nedostatky nemá; přitom přes vyjádření energie

Rentgenové paprsky a interference ve službách nové definice kilogramu

Stanislav Daniš

Katedra fyziky kondenzovaných látek, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2; danis@mag.mff.cuni.cz

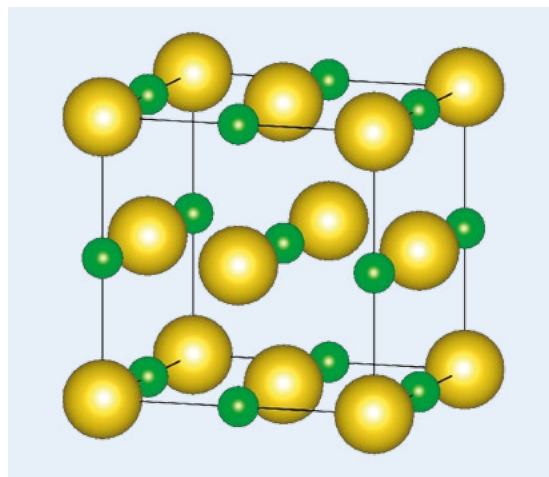
V předchozím článku z pera doc. Obdržálka [1] jistě neušla všímavému čtenáři věta „*Německým výzkumníkům se totiž podařilo poprvé změřit interferometricky rentgenovým zářením meziatomové vzdálenosti v krystalickém křemíku, aniž potřebovali znát přesně vlnovou délku užitého záření*“. Jak je to možné? Než si popíšeme metodu, která byla použita k výraznému zpřesnění hodnoty Avogadrovy konstanty, dovolím si váženému čtenáři nabídnout krátké historické ohlédnutí.

První struktura krystalu

Jak již bylo zmíněno v [1], byla hodnota Avogadrovy konstanty zpřesněna pomocí rtg. záření. Bez její znalosti by ani nebyla vyřešena první struktura krystalu. Otec a syn Braggové publikovali v roce 1913 článek [2], ve kterém představili první experimentálně určenou krystalovou strukturu. Analýzou difrakčních záznamů se Braggům podařilo určit polohy atomů v elementární mřížce minerálu halitu neboli kuchyňské soli – NaCl. Mřížkovou konstantu určili z poloh difrakčních maxim, známého chemického složení NaCl a hustoty,

$$a = \sqrt[3]{\frac{4M_r(\text{NaCl})}{\rho N_A}},$$

kde M_r značí molekulovou hmotnost chloridu sodného, ρ jeho hustotu a N_A je Avogadrova konstanta. Braggové použili hodnotu $N_A = 6,064 \times 10^{23}$ molekul/mol vypočtenou Millikanem pomocí Faradayovy konstan-



Struktura NaCl.



Minerál halit neboli kuchyňská sůl – NaCl

ty a náboje elektronu, $N_A = F/e$. Právě zmíněný experiment přivedl fyziky na nápad, zda by nebylo možné dospět ke spolehlivější hodnotě N_A pomocí difrakce rtg. záření a *velmi přesného* stanovení mřížkové konstanty vybrané látky. Vzápětí však vyvstaly určité těžkosti, a to zejména tyto:

- nebyl znám přesný vliv teploty a tlaku na mřížové parametry látek;
- bylo potřeba určit hustotu vybrané látky s nebyvalou přesností (vliv příměsí, povrchové vrstvy, která může být oxidována apod.);
- klasické goniometry neumožňovaly stanovení difrakčních úhlů přesnější než $\sim 10^{-4}$ stupně;
- nebyly známy přesné profily spektrálních čar, tj. distribuce vlnových délek λ , které vstupují do Braggovy rovnice

$$\lambda = 2d_{hkl}\sin\theta.$$

METODY METROLOGICKÉ NÁVAZNOSTI V NANOTECHNOLOGIÍCH

Petr Klapetek

Český metrologický institut, Okružní 31, 638 00 Brno; pklapetek@cmi.cz

V článku jsou prezentovány základní přístupy při získávání metrologické návaznosti při měření rozměrů objektů v nano- a mikroměřítku. Klíčovou metodou je využití primárních etalonů délky, kterými jsou stabilizované lasery. Alternativou je využití dobře známých vlastností některých materiálů, jako je mřížková konstanta křemíku.

V souvislosti s redefinicí soustavy SI se zvedá zájem o metrologii, tedy vědu zabývající se měřením. Navzdory své nízké popularitě mezi studenty v základním kurzu fyziky nebo inženýrských oborech se jedná o disciplínu, která přinesla světu řadu významných objevů, ověřených například Nobelovými cenami. Základním smyslem metrologie je zajistit přesnost a správnost měření, a to jednak vývojem měřicích metod, jednak zajištěním nepřerušného řetězce tzv. metrologické návaznosti měřidel, počínaje etalony s nejvyšší dosažitelnou přesností a konče měřidly používanými v praxi. Vzhledem k tomu, že metrologická návaznost má svůj význam jak v oblasti vědeckého výzkumu, tak při vážení jablek v samoobsluze, metrologie prolíná řadou oborů a můžeme ji potkat v rozmanitých podobách.

V následujícím textu bychom rádi přiblížili postupy, které se využívají při zajištění metrologické návaznosti v oboru prudce se rozmachujících nanotechnologií. Jedná se o modelový příklad procesu, který je denním chlebem metrologů – o vývoj metod pro zajištění metrologické návaznosti od dobře definovaných etalonů nejvyšší kvality směrem k nově vyvíjeným měřicím metodám, jež nejsou zdaleka tak dobře definované a začínají překročit rozmach. Návaznost přitom není samoúčelná; pokud chceme přejít z výzkumu nových jevů k jejich uplatnění v praxi, neobejdeme se bez přesných a dobře definovaných měření. Neboť, jak pravil lord Kelvin, „co nemůžete změřit, nemůžete zlepšit“.

Metrologie a nanotechnologie

S nanotechnologiemi se setkáváme nejčastěji ve formě mediálně atraktivních objevů nebo vizí, jako jsou třeba nanoroboti, kteří by opravovali lidské tělo. Daleko rozšířenější je však jejich využití v mnohem klasičtějších oborech a oblastech, jako je například mikroelektronika, optoelektronika nebo fotokatalýza. Směrem ke stále menším rozměrům jednotlivých funkčních prvků se přesouvá velké množství oborů a s tím souvisí i velké množství potenciálních měření, která by bylo dobré provádět s metrologickou návazností. Metrologické instituty a další akademická pracoviště působící v metrologii se proto věnují vývoji návaznosti pro

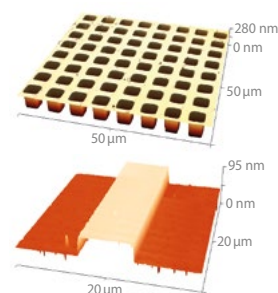
různá měření s velmi vysokým prostorovým rozlišením: délky, elektrických, optických či magnetických vlastností nebo chemického složení. Tyto metody často zahrnujeme pod pojem *nanometrologie*. Pracoviště zabývající se tímto výzkumem se snaží sdružovat, ať už v rámci sdružení metrologických institutů Euramet, nebo v konkrétních výzkumných projektech, například v rámci projektů European Metrology Programme for Innovation and Research (EMRP, EMPIR), společně financovaných Evropskou unií a sdružením Euramet.

Nejrozvinutější a nejčastější z technik nanometrologie je patrně měření délky, a je na něm proto možné dobře ilustrovat spektrum problémů, se kterými se můžeme v souvislosti s přechodem k velmi malým rozměrům setkat. Ačkoliv se v případě současné redefinice SI právě v oboru délky téměř nic nemění, měření v nanoměřítku jsou dobrodružstvím sama o sobě.

Hlavním pracovním nástrojem v nanometrologii je *mikroskopie atomárních sil* (AFM), která umožňuje měření tvaru povrchu až s atomárním rozlišením. Je založena na interakci velmi ostrého hrotu s povrchem a na jeho skenování po povrchu s využitím piezoelektrických mikroposuvů a zpětné vazby na vzdálenost hrotu od povrchu založené na detekci meziatomárních sil mezi hrotem a povrchem. Pomocí různé upravených hrotů je možné měřit i další fyzikální veličiny. Komerční mikroskopy nacházíme dnes ve všech větších laboratořích zaměřených nejen na nanotechnologie, ale i fyziku povrchů, materiálové inženýrství, biologii, optiku a mnohé další obory. Byť taková zařízení poskytují řadu unikátních výsledků v mnoha oborech, pokud chceme dosáhnout co možná nejvyšší přesnosti měření a zejména co možná nejjednoduššího řetězce návaznosti, je jejich kompaktní konstrukce spíš svazující. Proto metrologické instituty konstruují specializovaná mikroskopická zařízení, která zdaleka nedosahují rychlosti, uživatelské přívětivosti a širokého spektra měřicích technik komerčních mikroskopů, ale umožňují provádět podstatně přesnější měření.

Využití primárních etalonů délky

Nástrojem pro realizaci jednotky délky jsou stabilizované lasery, zkonstruované podle příslušných meziná-



Etalony tradičně využívané pro metrologickou návaznost komerčních mikroskopů: difrakční mřížka a schodek.

Nové základní jednotky SI

Jan Obdržálek

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; obdrzalekjan@gmail.com

„You cannot improve it, if you cannot measure it.“ Nemůžete vylepšit to, co neumíte změřit, prohlásil lord Kelvin v roce 1906 na slavnostním zasedání normalizační společnosti IEC (International Electrotechnical Commission) coby její právě jmenovaný prezident. Měřit ovšem nejde bez měřidel – a pravidel. Bez norem si také nelze představit žádnou techniku; jak byste asi vyměnili baterii, kdyby každá měla jiné napětí a jiné rozměry? Ovšem máme-li už normu pro technické prostředky (třeba ČSN IEC 60050-482), musíme mít, a to především, také normy na příslušné veličiny (např. délku, šířku, napětí, ...) a jejich jednotky (metr, volt, ...).

Soustavy ISQ a SI

Ve světě užíváme **Mezinárodní soustavu veličin ISQ** (angl. *International System of Quantities*) se sedmi **základními veličinami**. Na jejich základních jednotkách (**metr, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, mol a kandela**), jednotkách od nich odvozených¹ a jejich značkách (např. miligram – mg, kilowatthodina – kWh), včetně řady předpon pro desítkové násobky (např. deka – da, mega – M) a díly (např. deci – d, mikro – μ), a dalších pravidlech je založena **Mezinárodní soustava jednotek SI** (fr. *Système International*).

Pro zajímavost: Britská soustava s librou, palcem, stupněm Fahrenheita není samostatná, ale je definována odvozením z veličin ISQ a jednotek SI.

Na rozdíl od *názvů* veličin (délka) i jednotek (metr), které jsou různé v různých jazycích, jsou *značky jednotek* mezinárodní (m). V našem pestrém světě jsou vedle těchto značek už jen tři další mezinárodní značení: značky předpon pro desetinné násobky (např. kilo – k) a díly (např. mikro – μ) těchto jednotek, značky chemických prvků a nakonec noty a značky v hudbě.

Volba fyzikálních jednotek, zejména základních, nemůže být samozřejmě zcela libovolná. Je s ní spojena řada otázek či problémů, a hlavně nutnost široce platné dohody.

¹ Např. litr l ($1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$, tedy tisícina krychlového metru), volt V (odvozen od jednotky elektrického proudu ampéru A a jednotky výkonu wattu W vztahem $1\text{ W} = 1\text{ V} \times 1\text{ A}$, kde $1\text{ W} = 1\text{ kg m}^2\text{ s}^{-2}$), metr za sekundu (odvozen od metru m a sekundy s jako 1 m s^{-1})



Až do roku 1960 byl standard SI šířen pomocí platinoiridiových měřicích tyčí, jako jsou tyto z muzea NIST v USA.

Problém fyzikálně-politický

Měrová jednotka musí být dobře dosažitelná a reprodukovatelná. Sáh (roztažené ruce), loket či stopa jistě dobře dosažitelné jsou, horší to je ovšem s přesností při reprodukci. Soustava SI vznikala v Evropě v době, kdy měly různé státy, ba i různá města, své jednotky (na radnici býval zazděný a veřejně přístupný loket, aby krejčí mohli kontrolovat svou míru pro měření při nákupu látky – viz úsloví „Zač je toho loket?“). Jejich užívání ovšem bylo i otázkou politickou: bylo prestižní záležitostí města mít *svou* míru, podle které museli měřit i sousedi. Pařížský loket, kterým byl vyměřován zemský poledník, měl jinou délku než třeba vídeňský loket.

Francouzská revoluce s ideály svobody, rovnosti a bratrství ovlivnila výběr jednotek tak, aby byly společné celému světu: metr z rozměrů Země, den z jejího otáčení, kilogram z metru a hustoty vody, která je společná také všem lidem.

Ale časem se ukázalo, že zeměkoule není tak docela koulí a neotáčí se dosti rovnoměrně. Voda má zase hustotu závislou na teplotě. A i když se dohodnete na teplotě a předestilujete ji, aby byla co nejčistší, stále to není ono: voda – H_2O – je tvořena dvěma izotopy vodíku (^1H , $\text{D} = ^2\text{H}$) a třemi izotopy kyslíku (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O), což dává 9 různých kombinací pro H_2O . Na různých místech Země je různé izotopické složení; v jakém poměru a proč je namíchat? A hlavně, Země už není středem vesmíru. Je jen jednou z mnoha planet Slunce – nevýznamné hvězdy na okraji Mléčné dráhy, mlhoviny se stovkou miliard hvězd. A takových mlhovin je ve vesmíru taky asi sto miliard. A jak poznají „zelení mužičkové“ od Siria, kolik je desetimiliontá část kvadrantu zemského (což byla původní definice metru)?



Znak Mezinárodního úřadu pro míru a váhy. BIPM je jedna ze tří mezinárodních organizací, které udržují standardní soustavu SI. Byl založen 20. května roku 1875 na základě *Dohody o metru*.

Transparentní keramika – požehnání pro společenství laserových vědců

**Samuel Paul David, Petr Navrátil, Martin Hanuš, Venkatesan Jambunathan,
Martin Divoký, Antonio Lucianetti, Tomáš Mocek**

Centrum HiLASE, Fyzikální ústav AV ČR, Za Radnicí 828, 252 41 Dolní Břežany

Transparentní keramika se v laserové technice využívá jako matrice aktivních laserových prostředí vysokovýkonových laserů, kde se začala prosazovat od začátku milénia. Díky svým jedinečným vlastnostem je atraktivní alternativou monokrystalů a skel, kdy nachází využití v široké škále oborů a aplikací zahrnujících optiku, vojenství, medicínu, detektory záření a další.

Pevnolátkové lasery hrají důležitou roli na poli vědy i průmyslu, a to zejména díky jejich specifickým aplikačním možnostem. Relativně novým přírůstkem do oblasti pevnolátkových laserů je transparentní keramika, která zaujala „laserovou komunitu“ možností použití ve vysokovýkonových laserech, u nichž byly jako matrice aktivních prostředí až donedávna využívány monokrystaly nebo skla. Přestože se polykrystalickou keramiku podařilo využít jako aktivní prostředí laseru nedlouho po demonstraci prvního laseru, zůstal potenciál keramiky až do předvedení japonskými vědci v roce 1995 skryt. Transparentní keramika si našla užítí v široké škále oborů a aplikací zahrnujících optiku, vojenství, medicínu, detektory záření a další, její tržní hodnota se má v roce 2024 podle předpokladů vyšplhat k hodnotě jedné miliardy amerických dolarů [1]. Keramika laserové kvality se svým specifickým potenciálem stává konkurencí monokrystalů při konstrukci vysoce účinných pevnolátkových laserů. Růst důležitosti transparentní keramiky je patrný i díky nedávné demonstraci laseru se středním výkonem 1 kW, realizované českými a britskými vědci s polykrystalickým médiem Yb:YAG [2]. Nepopíratelný přínos transparentní keramiky při vývoji laserů s vysokým výkonem a účinností je dobrým důvodem pro podrobnější představení této laserové matrice a převyprávění příběhu jejího vzniku.

Přehled pevnolátkových laserových médií

Jedním z největších objevů druhé poloviny 20. století je LASER, zařízení zesilující světlo pomocí stimulované emise záření. Ačkoliv Albert Einstein popsal koncept stimulované emise již v roce 1916, k první praktické realizaci zmíněného jevu došlo po více než čtyřiceti letech Thomasem Haroldem Maimanem 16. května 1960 v Hughesových výzkumných laboratořích v Ka-



Obr. 1 Keramická deska Yb:YAG ve tvaru válce s tloušťkou 0,5 cm vyrobená firmou Konoshima Chemicals. Spolu s dalšími třemi podobnými deskami vytváří aktivní laserové prostředí v hlavním zesilovači HZ1 laserového systému Bivoj.

lifornii. Maiman použil syntetický krystal rubínu v podobě válcové tyče a fotografickou výbojku ve tvaru spirály, která byla obtočena kolem rubínové tyče [3]. Tato sestava byla vsunuta do válcového odražeče koncentrujícího světlo výbojky na rubínovou tyč a první laser byl na světě! Rubín je z hlediska chemického složení krystal Al_2O_3 dopovaný ionty chromu Cr^{3+} s elektronovou konfigurací $3d^3$. Ještě v tomtéž roce Sorokin a Stevenson z newyorské IBM demonstrovali laser založený na krystalu CaF_2 s příměsí trojmocného uranu [4]. Později, v roce 1961, byl Alim Javanem a kolegy z Bellových laboratořích v New Jersey spuštěn první plynový He-Ne laser. Pevnolátkové lasery založené na nevodících byly průběžně vytvářeny pomocí krystalických a skleněných matric. První keramický laser byl vytvořen v roce 1964, kdy se při kryogenních teplotách (77 K)

Laserové systémy pro ablaci ultrakrátkými pulzy – STRUČNÝ PŘEHLED

Marek Stehlík^{1,2}, Nadezhda M. Bulgakova¹

¹ Centrum HiLASE, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Za Radnicí 828, 252 41 Dolní Břežany; nadezhda.bulgakova@hilase.cz

² Katedra fyzikální elektroniky, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, Trojanova 13, 120 00 Praha 2

Rukopis představuje krátký přehled možností využití nových zdrojů laserového záření. Pozornost je soustředěna zejména na laserové systémy vyvíjené v centru HiLASE. Cílem přehledu je poskytnout čtenáři informace o vývoji laserových systémů a upozornit na rozvoj výzkumu v oblasti interakce laserového záření s hmotou, jež je právě díky novým laserovým systémům umožněn.

Úvod

Laserová ablace představuje proces zpracování materiálu, kdy v důsledku navázání energie laserového záření dochází k odstranění hmoty z terčíku materiálu. Mezi ablativní procesy patří leptání, mikroobrábění nebo pulzní laserová depozice tenkých vrstev [1]. Ke studiu laserové ablace lze použít laserové zdroje pracující v různých časových režimech, od kontinuálního režimu až po režim generování ultrakrátkých pulzů, tj. pikosekund a femtosekund [2]. Od laserových systémů jsou vyžadovány vysoké nároky na kvalitu svazku. Dalším požadavkem je dostatečná energie záření, resp. energie pulzu na plochu, tj. fluence. Např. ve studii [3] bylo k laserové ablaci kovů nanosekundovými pulzy Nd:YAG laseru využito fluence 1–600 J·cm⁻². Pro laserovou ablaci se spektrum použitelných vlnových délek pohybuje v rozmezí od 0,2 do 10 μm. Rozsah spektra je dán dostupností vhodných laserových zdrojů, kterými jsou pevnolátkové a plynové lasery. Energie pulzu, doba pulzu a opakovací frekvence jsou závislé na vlastnostech aktivního prostředí a rezonátoru. Lasery běžně užívané ke zpracování materiálu spolu s odpovídajícími emisními vlnovými délkami jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2 [4].

Název laseru	Zkratka	Vlnová délka λ [nm]
Erbiem dopovaný yttrito-hliníový granát	Er:YAG laser	2 940; 1 540
Holmiem dopovaný yttrito-hliníový granát	Ho:YAG laser	2 100
Neodymem dopovaný yttrito-hliníový granát	Nd:YAG laser	1 064; 532
Titan-safírový laser	Ti:Al ₂ O ₃ laser	1 180–660

Tab. 1 Pevnolátkové lasery používané k laserové ablaci. Lasery jsou uvedeny s odpovídajícími emisními vlnovými délkami [4, 5, 6].

Název laseru	Zkratka	Vlnová délka λ [nm]
CO ₂ laser	CO ₂ laser	10 600; 9 400
Argon-iontový laser	Ar ⁺ laser	514; 488
Excimerový laser xenon-fluor	XeF laser	351
Excimerový laser xenon-chlor	XeCl laser	308
Excimerový laser krypton-fluor	KrF laser	248
Excimerový laser argon-fluor	ArF laser	193

Tab. 2 Plynové lasery používané k laserové ablaci. Lasery jsou uvedeny s odpovídajícími (resp. dominantními) emisními vlnovými délkami [4, 5].

Běžně užívaným laserem za účelem materiálového opracování je Nd:YAG laser. Jeho výhoda ve srovnání s CO₂ laserem spočívá v tom, že jeho záření se může šířit nejen zrcadlovými systémy, ale také čočkami a skleněnými vlákny. Kromě řezání a vrtání lze tento pevnolátkový laser použít ke gravírování a značení výrobků. V medicíně se Nd:YAG laser využívá k destrukci ledvinových kamenů, kdy laserem indukovaná nárazová vlna způsobí roztržení kamene. Dalšími aplikacemi Nd:YAG laseru jsou odstraňování tetováže, ablace hemangiomů a využití v oblasti oční chirurgie. K opracování materiálu se využívá rovněž druhé i třetí harmonické frekvence Nd:YAG laseru. K identifikaci složek odstraněného materiálu neznámého vzorku se používá spektroskopie laserem buzeného plazmatu (LIBS¹). Tato spektroskopická metoda analyzuje optickou emisi indukovaného plazmatu. Ve většině případů se pro LIBS používá Q-spínaný Nd:YAG laser [4].

¹ Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)

Rotunda sv. Václava na Matfyzu – SETKÁNÍ ARCHEOLOGIE S DALŠÍMI VĚDNÍMI OBORY

Jarmila Čiháková¹, Martin Vlach², Luboš Veverka², Ilona Vlachová³, Ivo Světlík⁴

¹ Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Praze, Na Perštýně 12, Praha; cihakova.jarmila@npu.cz

² Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 5, Praha; martin.vlach@mff.cuni.cz, lubos.veverka@mff.cuni.cz

³ Ministerstvo dopravy, nábreží Ludvíka Svobody 1222/12, Praha; isimankova@seznam.cz

⁴ Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i., Na Truhlářce 39/64, Praha; svetlik@ujf.cas.cz

Pokrok, který přineslo 20. století v exaktních vědách, se druhotně projevil také v archeologii. Snaha poznat aspekty vývoje společnosti z pohledu, který nepostihly písemné prameny, vedla k těsné spolupráci s přírodovědnými a technickými obory při řešení otázek v rámci záchrany a rekonstrukce malostranské rotundy sv. Václava na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy.

V letech 2000–2005 probíhala rekonstrukce objektu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy na Malostranském náměstí 25 v Praze. Od počátku se přestavby účastnili pracovníci archeologického oddělení Národního památkového ústavu (NPÚ) v Praze. Neobvyklá situace vyvstala v listopadu 2003, kdy byla odstraněna podlaha jedné z místností prvního patra. Cílem bylo využít přízemní kubaturu pro provoz fakul-

ty. Ukázalo se, že prostor není dutý, ale že je kompletně vyplněn zasypy. Po vytěžení stavební suti odkryli dne 3. února 2004 pracovníci NPÚ korunu kruhového zdiva náležejícího lodi románské rotundy sv. Václava (obr. 1) z konce 11. století, již zobrazují veduty z roku 1606 (prospekt Prahy vydaný Aegidiem Sadelerem) a z roku 1611 (anonymní, tzv. Vpád passovských). Po přístavbě prostorné obdélné lodi na západě v roce 1628 rotunda



Obr. 1 Základové zdivo lodi rotundy sv. Václava. Pohled od severu, vlevo fragment původní románské keramické podlahy.
Foto: M. Müller

Jean Bernard Léon Foucault (1819–1868) a důkaz denního pohybu Země

František Jáchim

Základní škola Dukelská, Dukelská 166, 386 01 Strakonice; jachimf@gmail.com

S postupem času ubývá přístrojů, do jejichž činnosti přímo vidíme. Nehledíme již na kolísající hladinu rtuti v teploměru při změně teploty, v ampérmetru nepozorujeme otáčení cívky s ručičkou v magnetickém poli, pouze pohlédneme na displej a zajímá nás jen hodnota měření. Do průběhu některých dějů jsme přestali vidět a jejich efekt pouze promítáme do jevů složitějších. Jsme tím možná ochuzeni o malé radosti a údiv, proto snad občas, jen tak pro potěšení, rádi zhlédneme pokus, jehož výsledek se projeví na docela obyčejné úhloměrné stupnici nakreslené na zemi. Například Foucaultův pokus s kyvadlem, jímž dokázal, že Země se otáčí.

Otázka, jestli se Země otáčí, či nikoli, je prastará. Rozhodnout, zda se kolem Země otáčí obloha, nebo naopak pohyb hvězd je zdánlivý a je důsledkem rotace Země, se jednoduchým pozorováním oblohy rozhodnout nedá. V 17. století se poprvé projevil snahy nalézt nějaký pokus, jímž by se rotace Země – zakotvená definitivně v Koperníkově díle¹ – dala prokázat. Nalézáme je např. u Galilea Galileiho, byť s výsledkem negativním. V díle *Dialog o dvou systémech světa* [1] popisuje řadu pokusů, počínaje pouštěním tělesa podél věže nebo stožáru na lodi, výstřely z děla visle i ve směru k západu i východu, jejichž výsledek denní pohyb Země nepotvrzuje, ale ani nevyvrací. Zastánci Koperníkova systému ve zmíněném díle, diskutér Salviati, do něhož promítl své názory Galilei, konstatuje: „Vzhledem k Zemi... jakoby denní pohyb neexistoval; zůstává neznatelný, nepozorovatelný, nijak se neprojevuje a lze pozorovat jen ten pohyb, který sami nemáme, totiž pád podél věže“ ([1], str. 171). Moderátor diskuse mezi geocentrikem Simpliciem a heliocentrikem Salviatim debatu uzavírá: „Proto jsem nyní spokojený a celkem přesvědčený o úplné bezcennosti všech pokusů vykonaných dříve pro důkaz nepohyblivosti Země než její pohyblivosti“ ([1], str. 186).

Má-li se trajektorie volně padajícího tělesa zakřivit, musí na ně působit ještě jiná síla než gravitační. V 17. století se předpokládalo, že jiná síla než přitažlivá na Zemi není. Ale jak se později ukázalo, v rotující soustavě působí ještě další síla – setrvačná síla Coriolisova.



Obr. 1 Léon Foucault (1819–1868)

Tu objevil a roku 1835 ve svém článku² uvedl na scénu francouzský fyzik Gaspar Gustav Coriolis (1792–1843) [2]. Jestliže se bude např. ze středu rovnoměrně rotující desky pohybovat těleso k jejímu okraji, pro pozorovatele stojícího na desce bude jeho trajektorie křivka. Na tuto křivku spoléhají provozovatelé pouťové atrakce zvané lochnesska, při níž má poutník vhodit míč do koše umístěného v ose otáčení atrakce. Což se nepodaří, neboť Coriolisova síla mu „nepředvídatelně“ dráhu hodu zakřiví, čímž se další svezení zadarmo – tedy prémie za povedený hod – samozřejmě nepřiznává.

Podobně jako tato síla působí na kuličku valící se po rovné rotující ploše, má vliv na těleso pohybující se po povrchu Země. Velikost Coriolisovy síly je dána vztahem $F_c = 2m\mathbf{v}\omega\sin\phi$, v němž m je hmotnost tělesa, $\mathbf{v}$ jeho rychlost, ω úhlová rychlost otáčení Země

1 De revolutionibus orbium coelestium libri VI, Norimberg 1543.

2 Předcházelo tomu sdělení [3], nejprve čtené v Akademii 6. června 1831.

Loschmidtovo měření nejmenšího

Petr Slavíček

Ústav fyzikální chemie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha; petr.slavicek@vscht.cz

Jen málokdo dnes zná Loschmidtovu konstantu či dříve používaný pojem Loschmidtovo číslo (n_0) a nejspíše skoro nikdo by si nevzpomněl na numerickou hodnotu této konstanty. Jde o číselnou hustotu molekul – konkrétně se udává jako počet molekul v 1 cm^3 ideálního plynu při tlaku 101 325 kPa a teplotě 0°C a současná doporučená hodnota této konstanty je $2,686\,781\,1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ [1]. Naproti tomu Avogadrova konstanta $N_{\text{Av}} = 6,022\,141\,79 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, tj. počet molekul v jednom molu látky, by se nejspíše v žebříčku popularity fyzikálních konstant umístila v první desítky [2]. Obě konstanty nesou stejný fyzikální obsah, představují zásadní pojítko mezi makrosvětem a světem atomů a molekul. Josef Loschmidt byl první, komu se podařilo molekuly kvalifikovaně spočítat a minimálně z pohledu fyzikálního chemika šlo o jeho nejvýznamnější příspěvek vědě.

Co Loschmidt spočítal?

Jak již název jeho práce z roku 1865 (*Zur Grösse der Luftmoleküle*) [3] napovídá, že Loschmidtovi nešlo o počítání molekul, nýbrž chtěl molekuly měřit. Připomeňme si stručně historické kulisy. V polovině devatenáctého století byl koncept molekul jako elementárních částic nesoucích identitu sloučeniny uznáván jako užitečná heuristická pomůcka v chemii. Ve fyzice se v tu dobu rozvíjí kinetická teorie plynů, ale nedá se říci, že by šlo o otázku ve středu dění tehdejší fyziky – ale ve středu dění nebyl nikdy ani Loschmidt sám.

Detailně komentovanou práci o velikosti „molekul vzduchu“ lze nalézt v [4]. Zde jen stručně. Loschmidt ve svém odhadu vyšel ze vztahu pro střední volnou dráhu, kterou předtím odvodil Maxwell a modifikoval Clausius

$$\lambda = \frac{3}{4} \frac{1}{n_0 \pi d^2}, \quad (1)$$

kde d je průměr molekuly (uvedený vztah je přibližný, v přesném Maxwellově vztahu je místo faktoru $\frac{3}{4}$ faktor $1/\sqrt{2}$, viz [5]). Tento vztah je možné přepsat pomocí objemu válce vytvořeného molekulou při průletu mezi dvěma srážkami ($\lambda \pi d^2/4$), takže dostaneme

$$\frac{1}{n_0} = \frac{16}{3} \frac{\lambda \pi d^2}{4}. \quad (2)$$

Výraz na levé straně je přitom objem připadající na jednu molekulu. Loschmidt tento vztah ještě jednou upravil tak, aby se mu ve výrazu objevil celkový



Prof. Jan Josef Loschmidt (1821–1895)

objem zaplněný molekulami v jednotkovém objemu, $(n_0 \pi d^3)/6$, čímž získáme

$$d = 8\lambda \frac{n_0 \pi d^3}{6}. \quad (3)$$

Jelikož n_0 molekul zabírá jednotkový objem, představuje číslo $(n_0 \pi d^3)/6$ podíl objemu zaplněného molekulami vůči celkovému objemu, který má molekula k dispozici v plynné fázi, Loschmidt mluví o kondenzačním koeficientu ϵ , takže rovnici (3) můžeme nyní psát ve formě

$$d = 8 \epsilon \lambda. \quad (4)$$

Obě dvě veličiny na pravé straně (kondenzační koeficient i střední volnou dráhu) bylo možné nezávisle odhadnout. Kondenzační koeficient ϵ je dán přibližně jako poměr plynné a kapalně fáze pro stejnou substanci – bohužel pro Loschmidta měl však druhou potřebnou veličinu – střední volnou dráhu λ – k dispozici pouze pro vzduch, který se podařilo zkapalnit až později. Loschmidt proto použil Koppeho odhadovou metodu pro molární objemy (molární objem je zde možné odhadnout posčítáním atomových příspěvků) a získal tak hodnotu kondenzačního koeficientu 0,000 866. Střední volnou dráhu převzal od Bessela a Meyera (0,14 mm),

Loschmidtovy představy o struktuře organických sloučenin, zejména benzenu

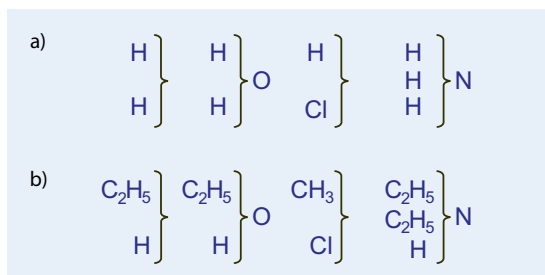
Miroslav Novák

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5; Miroslav.Novak@vscht.cz

Před více než 150 lety Josef Loschmidt, později uznávaný fyzik, publikoval práci, v níž velice jasným a správným způsobem znázornil strukturu téměř čtyř stovek převážně organických chemických sloučenin a zejména jako první objasnil cyklickou strukturu benzenu. Bohužel tato jeho práce byla přehlížena a postupně zapomenuta, v evidentní neprospěch dalšího vývoje organické strukturní chemie.

Budování základů organické strukturní chemie v devatenáctém století se zúčastnila řada chemiků. Někteří z nich jsou podnes uznáváni jako objevitelé a jejich jména figurují v učebnicích organické chemie s pochvalnými komentáři, na přínos jiných se bohužel postupně zapomnělo. Jedním z takových v minulosti zapomenutých budovatelů je i Josef (někdy psán Joseph) Loschmidt. Ten je většinou chemiků známý spíše svými pracemi v oblasti termodynamiky a kinetiky plynů a také odvozením počtu molekul v jednotkovém objemu ideálního plynu za normálních podmínek, ovšem významně se zapsal rovněž do historie organické chemie svými představami o strukturním uspořádání molekul chemických sloučenin a svými grafickými strukturními vzorci.

Loschmidt samozřejmě nebyl první, kdo se snažil použít grafických symbolů v chemii – konec konců takovými pokusy byly již alchymické symboly a koncem 18. a počátkem 19. století takových pokusů byla řada –, ale žádný z nich neměl se skutečnou strukturou molekul prakticky nic společného. V první polovině 19. století, kterou můžeme označit jako „předstrukturní“, byla vytvořena řada teorií, postupně zpřesňovaných a také postupně zavrhaných. V době, kdy Loschmidt publikoval svoje strukturní vzorce, většina chemiků přijala Gerhardtovu typovou teorii [1]. Podle



Obr. 1 Gerhardtovy typy vodíku, vody, chlorovodíku a amoniaku (a) a příklady typových vzorců (b): ethan, ethanol, methylchlorid, diethylamin.



Obr. 2 Loschmidtovy grafické symboly uhlíku, vodíku, kyslíku, dusíku a chloru.

ní bylo možné rozdělit všechny organické (a v podstatě též anorganické) sloučeniny do čtyř „typů“ – vodíku, vody, chlorovodíku a amoniaku (obr. 1a). Tím se do jisté míry podařilo uspořádat tehdy již značné množství známých organických sloučenin do určitého systému a graficky je znázornit.

Některé typové vzorce vcelku přijatelně vyjadřovaly strukturu sloučeniny (příklady na obr. 1b), naprostá většina organických sloučenin se ale tímto způsobem dala znázornit jen obtížně nebo přímo chybně a pro popis složitějších sloučenin bylo třeba vytvářet různé další typy: dvojné, trojné, smíšené apod., které ovšem byly stejně nedokonalé.

Loschmidtovy strukturní vzorce

Loschmidt své názory na strukturní uspořádání chemických sloučenin vyložil v publikaci *Chemische Studien* [2], kterou vydal vlastním nákladem ve Vídni roce 1861, a doprovodil je grafickými strukturními vzorci 368 různých, převážně organických sloučenin. Tyto vzorce jsou pozoruhodné tím, že – až na svoji grafickou podobu – jsou ve většině případů shodné s dnes používanými strukturními vzorci. Jeho práce tak mohla zásadním způsobem ovlivnit vývoj chemie v dané době, bohužel se tak nestalo: snad pouhou shodou okolností, ale především díky omezenému rozhledu některých tehdejších chemiků, zejména jeho rivala na tomto poli Fridricha Augusta Kekulého, byla tato významná práce v podstatě úmyslně ignorována.

Ve své práci se Loschmidt dotkl prakticky všech důležitých aspektů organické chemie – tvorby uhlí-



OHLEDNUTÍ ZA ZAJÍMAVOU MINIKONFERENCÍ „WOMEN IN SCIENCE“

Anna Fučíková

Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha 2

Dne 5. března se v prostorách Lichtenštejnského paláce konala zajímavá konference nazvaná *Women in Science*, kterou uspořádala britská ambasáda s podporou Akademie věd v čele a předsedkyní prof. RNDr. Evou Zažimalovou, CSc. Na tuto konferenci byly pozvány vědkyně z různých oborů, jež dříve získaly za svoji práci nějaké významné vědecké ocenění.

V dopoledním programu vystoupilo několik zajímavých, ale v Čechách nepříliš známých žen, které zde stručně představíme. První přednášející byla profesorka *Susan Jocelyn Bell Burnellová* z Oxfordské univerzity. Doktorský titul získala v roce 1969 na Cambriidgeské univerzitě, kde během svého studia učinila roku 1967 významný objev, když pomocí teleskopu, který pomáhala stavět, zaznamenala zajímavý pulzující signál pocházející od jedné z hvězd. Ve své doktorské práci tento objekt nazvala pulzarem a de facto pomohla založit nový obor astronomie. V roce 1974 byla za tento objev udělena Nobelova cena jejímu školiteli *Antonymu Hewishovi* a jeho kolegovi *Martinu Rylemu* rovným dílem. Pokud by byla cena udělena i J. Bell Burnellové, dostala by ji ve svých 31 letech, tj. ve stejném věku jako W. Heisenberg, P. A. M. Dirac, C. D. Anderson či T. D. Lee (všichni získali tuto cenu za fyziku). Prof. Bell Burnellová ve své přednášce zmiňuje, jaké to bylo studovat fyziku v poválečné Británii a jakým předpokladům musela čelit (např. během jejího Bc. studia na univerzitě v Glasgow bylo zvykem, že pokud do místnosti vstoupila studentka, tak všichni studenti při jejím příchodu dupali a pískali).

Další přednášející byla *baronka Susan Greenfieldová*, členka Sněmovny lordů a vědkyně, která v rámci neurověd zkoumá Parkinsonovu a Alzheimerovu nemoc a je autorkou více jak 200 recenzovaných článků. Také ona vyprávěla o své životní cestě vědov.

V podobném duchu se nesla i přednáška profesorky rostlinné biologie *Henrietty Miriam Ottoline Leyserové*, která je zároveň ředitelkou Sainsbury Laboratory na univerzitě v Cambridgi. Poslední dopolední přednáše-



Některé účastnice konference (zleva doprava): prof. Susan Jocelyn Bell Burnell (Oxfordská univerzita), Kateřina Sam (Entomologický ústav AV ČR, ERC starting grant 2018), Anna Fučíková (Univerzita Karlova MFF, laureátka Neuron Impulsu v oboru fyzika za rok 2015), Hana Macíčková Cahová (ÚOChB AV ČR, laureátka ceny Neuron pro mladé vědce v oboru chemie za rok 2018).

jící byla *Jennifer Rubinová* z Rady pro hospodářský a sociální výzkum, King's College, profesorka veřejné politiky a výkonná předsedkyně ESCR. Obě dvě dámy popisovaly zajímavou iniciativu *Athena SWAN*, která má zlepšit pozici žen v akademické sféře.

Poslední dva roky i v naší republice probíhá vášnivá debata o zastoupení žen v doménách, které jsou asociovány s mužskými povoláními. Dosud navrhovaná řešení typu kvót nejsou v naší oblasti pozitivně přijímána ani jednou stranou. Proto anglické univerzity a výzkumná pracoviště zvolily zlatou střední cestu k této problematice a tou je právě hodnocení podle *Athena SWAN*. Toto ocenění je nyní v Británii dokonce považováno za nutnou podmínku při žádosti o veřejné granty, např. od NHS. Před brexitem se dokonce uvažovalo, že by EU podobný systém hodnocení institucí zavedla jako podmínku pro udělení svých grantů typu Horizont 2020. *Athena SWAN* má tři stupně ohodnocení: bronzovou, stříbrnou a zlatou cenu. Pro jejich získání musí daná akademická instituce projít auditem, který zhodnotí, zda mají všichni zaměstnanci, nehlédě na pohlaví a původ, stejný přístup ke zdrojům a jsou řádně zaplacení podle svých výkonů. Univerzitám je v případě nízké známky navržen postup, jak mohou svoji

vnitřní strukturu přeorganizovat a ony samy si stanoví svůj závazek, kam chtějí směřovat. Ukazuje se, že instituce, které mají stříbrnou a zlatou cenu, nejenom zvýšily počet žen, které zaměstnávají, ale také zvýšily produkci zajímavých článků a celkově se ukazuje, že tyto instituce jsou schopny pracovat efektivněji s financemi i lidskými zdroji.

Odpolední program se věnoval stavu české vědy, zastoupení žen a překážkám, kterým čelí. Nejvíce byl zmiňován efekt tzv. „*leaking pipeline*“ – efekt dřavého potrubí, tj. stav, kdy technické a přírodovědné obory studuje i přes 50 % procent žen v Bc. a Mgr. stupni, ale jejich zastoupení prudce klesá s vyššími akademickými hodnotami až na cca 13 % žen v profesorských pozicích. Stojí za to zmínit, že oproti západním zemím, kde se počet žen na vyšších akademických a vědeckých pozicích zvyšuje, tak v naší republice naopak klesá (průměr EU 33 %, ČR 26 % v roce 2018). V každém případě naše republika na aktuálním stavu finančně ztrácí, do vzdělání investuje nemalé částky a je škoda, že ženy ztrácíme kvůli „dřavému potrubí“. Řešení a odpovědi na tuto problematiku konference nepřinesla, ukázaly se však „první vlaštovky“ a aktivity, které mohou zvýšit počet aktivních vědkyň, například vznikem jeslí či školek při institucích.

Mayerův dalekohled

Ondřejovská „pětašedesátka“ dostala své jméno

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

V sobotu 27. dubna 2019 se na observatoři v Ondřejově uskutečnilo slavnostní odhalení pamětní desky na dalekohledu D65, který byl pojmenován po jeho konstruktérovi RNDr. Pavlu Mayerovi, DrSc. (1932–2018). Památní desku odhalil ředitel Astronomického ústavu AV ČR prof. Vladimír Karas spolu s doc. Markem Wolfem (Astronomický ústav UK) a Dr. Jiřím Grygarem (Fyzikální ústav AV ČR).

RNDr. Pavel Mayer, DrSc., byl významný český vědec a astronom. O astronomii se zajímal již od dob svého středoškolského studia na gymnáziu v Lounech. Jako mladý a nadšený amatér pracoval v astronomickém kroužku pod vedením prof. Karla Šimůnka, který jej poměrně výrazně ovlivnil i v jeho dalším vědeckém směřování. Okouzlen astronomií začal Pavel Mayer studovat na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Po jejím úspěšném dokončení zakotvil na Astronomickém ústavu UK, kde působil celý svůj život, během něž získal další vědecké hodnosti CSc. a DrSc.



Obr. 2 Po odhalení pamětní desky následovala pro přítomné hosty komentovaná prohlídka nyní již „Mayerova dalekohledu“. Foto: J. Žďárská

Těžištěm vědeckého zájmu a díla Dr. Pavla Mayera byla nepochybně spektroskopie těsných dvojhvězd, i když se zprvu věnoval výzkumu Slunce a hvězd naší Galaxie. Spolupracoval s významnými vědeckými osobnostmi, např. Dr. J. M. Mohrem. V široké mezinárodní kooperaci studoval nové zákrytové dvojhvězdy, které sám objevil. Dr. Mayer byl kromě doc. Perka a dvou exulantů jediným českým astronomem, který v roce 1992 pozoroval na observatoři La Silla ESO v Chile a také na observatořích ve Spojených státech (Yerkes, Kitt Peak).



Obr. 1 Česká astronomka Lenka Kotková a její hudební doprovod. Foto: J. Žďárská

Dr. Mayer publikoval přes 150 původních vědeckých prací jak sám, tak ve spolupráci se svými studenty a zahraničními kolegy. Podílel se na překladu vysokoškolské učebnice P. Parenaga „Hvězdná astronomie“ a je spoluautorem unikátní encyklopedické knihy



Obr. 3 Slavnostní akce se účastnili ředitel Astronomického ústavu AV ČR prof. Vladimír Karas spolu s doc. Markem Wolfem (Astronomický ústav UK) a Dr. Jiřím Grygarem (Fyzikální ústav AV ČR). Foto: J. Žďárská

Dotknout se gravitace...

Držitel Nobelovy ceny za fyziku Kip S. Thorne navštívil Prahu

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

Americký fyzik Kip S. Thorne, nositel Nobelovy ceny za fyziku 2017 za detekci gravitačních vln, navštívil v polovině května Prahu. Byl hostem Učené společnosti České republiky a Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a v rámci své návštěvy realizoval tři přednášky, určené jak odborné, tak i laické veřejnosti.

Existenci gravitačních vln předpověděl již v roce 1916 Albert Einstein pomocí své teorie relativity. Ale i on sám tehdy pochyboval o tom, zdali bude možné tyto vlny nějakým způsobem zaznamenat. Po téměř sto letech naplněných tvrdou prací mnoha a mnoha vědců se tak konečně stalo. Tým výzkumných pracovníků pod vedením Kipa S. Thorne prostřednictvím laserového detektoru LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) 14. září 2015 poprvé gravitační vlny prokazatelně zaznamenal.

Zdrojem zachycených gravitačních vln byly dvě černé díry vzdálené 1,3 miliardy světelných let od Země, které se k sobě přibližovaly tak dlouho, až nakonec splynuly v jednu. V průběhu tohoto procesu došlo k vyzařování gravitačních vln, které jen velmi slabě interagují s hmotou, a proto mohou volně putovat vesmírem. Kip S. Thorne k tomu na jedné ze svých přednášek doplňuje: „Vlny vzniklé touto srážkou cestovaly mezi galaxiemi a před 50 000 lety dosáhly okraje Mléčné dráhy. V září 2015 dorazily na Zemi a postupně až k detektoru LIGO.“



Obr. 1 Americký fyzik Kip S. Thorne byl hostem Učené společnosti ČR a Matematicko-fyzikální fakulty UK. Foto: J. Žďárská



Obr. 2 O návštěvu Kipa S. Thorne se významnou měrou zasloužil prof. Jiří Bičák z Matematicko-fyzikální fakulty UK. Foto: J. Žďárská

V únoru 2016 pak vědci o pozorování těchto gravitačních vln informovali.“

Tento vynikající objev byl po zásluze ohodnocen cenou nejvyšší. Americký fyzik Kip S. Thorne spolu se svými americkými kolegy Rainerem Weissem a Barrym C. Barishem, obdrželi nejvyšší ocenění, jež mohou vědci dosáhnout – Nobelovu cenu za fyziku 2017. K tomu Kip S. Thorne skromně dodává: „Nobelova cena byla udělena pouze mně a dvěma mým kolegům, ale ve skutečnosti si toto uznání zaslouhuje celá vědecká kooperace (asi 1 200 vědců a inženýrů kooperace LIGO/Virgo)“.

Na tomto místě by bylo jistě dobré představit jednotlivé laureáty Nobelovy ceny za fyziku 2017, jejich práci a další podrobnosti. Ale protože jak jednotlivým vědeckým osobnostem objevu gravitačních vln, tak i informacím o detektoru LIGO bylo do posledních podrobností věnováno druhé letošní vydání Československého časopisu pro fyziku, připomeňme si jen ve stručnosti několik významných údajů o Kipu S. Thornovi.

Narodil se 1. června 1940 v Loganu v Utahu. Bakalářský titul ve fyzice získal na Kalifornském techno-

Jak chutná chleba Otakara Fojta?

Z Brna do Oxfordu a zpět...



Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

Ing. Otakar Fojt, Ph. D., působí na britském velvyslanectví v Praze jako vědecký diplomat Science and Innovation Network, jež je součástí Ministerstva zahraničních věcí a věcí Commonwealthu Spojeného království Velké Británie a Severního Irska. Od roku 2017 je také regionálním ředitelem sítě vědeckých diplomatů britské Science and Innovation Network pro střední a východní Evropu. Co tato pozice obnáší, co jej v práci nejvíce těší a jak to ve skutečnosti vlastně bylo s pečením chleba, se dozvíte v následujícím rozhovoru.

Otakar Fojt pracuje už 16 let jako vědecký atašé zastupující Velkou Británii v České republice. Za svoji činnost obdržel v roce 2018 v konkurenci 110 britských vědeckých diplomatů z celého světa cenu pro nejlepšího diplomata britské celosvětové sítě Science and Innovation Network (SIN). O své práci říká: „Možnost nahlížet do všech vědních oborů, posuzovat jednotlivé projekty a spojovat si věci dohromady, to je to, co mě na mé práci těší a po těch letech i nadále motivuje.“

■ **Jana Žďárská:** Na našem prvním setkání jste mi pochválil název našeho rozhovoru, který jsem vybrala. Mohl byste nám prosím objasnit, co vás na něm tak zaujalo?

Otakar Fojt: Když jsem jej četl, byl jsem mile překvapen. Skoro jsem si myslel, že tu příhodu už znáte. V Británii jsem si totiž vůbec nemohl zvyknout na jejich chleba. Pro mě, kluka z Moravy, to prostě chleba nebyl. Chyběl mi ten náš – vypečený a křupavý český chleba. A když už se to nedalo vydržet, rozhodl jsem se, že si ten český prostě upeču sám. Jenže to jsem ještě



Obr. 1 Stavitel. Foto: archiv Otakara Fojta



Obr. 2 Britští vědecktí diplomaté v Royal Society v dubnu 2019. Foto: archiv Otakara Fojta

netušil, jak složité to bude. Ono jen sehnat v Británii tu správnou hladkou mouku – to byl docela oříšek. A ještě větší potíž jsem měl s octem. Z obrovského výběru octů, jež nabízí britské supermarketky, nefungoval při pečení nakonec ani jeden. Došlo to tak daleko, že jsem si do Británie vozil náš český – ten bzenecký. Pak už byl chleba konečně jako doma.

■ **JŽ:** Pocházíte z Moravy, konkrétně z Kyjova. Zajímal jste se již v dětském věku o přírodní vědy?

OF: Pocházím z krásného moravského města a jako kluk jsem se tam jaksepatří vyráběl. Dá se říct, že mě

» Člověk pozná sám sebe jen do té míry, do jaké pozná svět... «
Johann Wolfgang von Goethe

Za Viktorem Trkalem¹

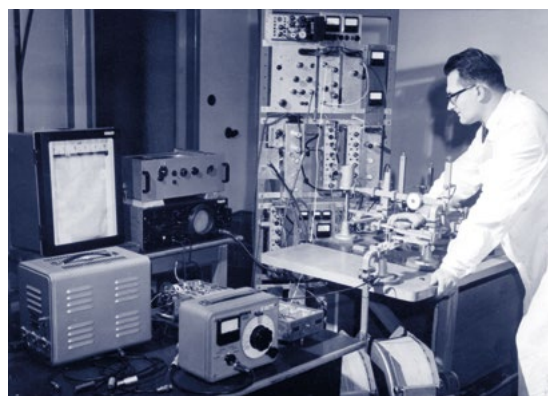
Jan Valenta

Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; jan.valenta@mmf.cuni.cz

Dne 11. listopadu 2018 zesnul RNDr. Viktor Trkal, CSc., průkopník kvantové elektroniky v Československu. Rádi bychom připomněli jeho život a dílo.

Viktor Trkal se narodil v Praze roku 1929 (13. 3. 2019 by býval oslavil 90. narozeniny) do rodiny univerzitního profesora *Viktora Trkala* (1888–1956) jako jediný potomek [1]. Do obecné školy v Husově ulici (nyní Drtinova, dříve též Belojanisova) na Smíchově začal chodit v září 1935, po čtvrté třídě v roce 1939 složil přijímací zkoušku na Jiráskovo gymnázium v Resslově ulici na Praze II – to již bylo za protektorátu Čechy a Morava. Pro portál matfyz.cz vzpomínal V. Trkal před několika lety na svá školní léta: „Ve škole se postupně zvyšoval počet vyučovacích hodin němčiny a některé předměty (matematika a zeměpis) se asi od kvarty vyučovaly jen německy. Latinu jsme měli od tercie a řečtinu od kvinty... V kostele nedaleko naší školy se také skrývali parašutisté, kteří se účastnili atentátu na zastupujícího říšského protektora Heydricha. V té době jsme se do školy nedostali. V roce 1944 byla naše školní budova vyklizena, začala sloužit jako vojenský lazaret. Přemístili nás do reálky v Ječné ulici, chodili jsme do školy střídavě s realisty vždy jeden týden dopoledne a druhý odpoledne. Vyučovalo se 6 dnů v týdnu, 5 až 6 vyučovacích hodin denně po 55 minutách. Také jsme měli dvakrát týdně po dvou odpoledních hodinách zpravidla tělocvik, zpěv nebo kreslení.“

Konec války prožíval V. Trkal intenzivně [2]. „Dne 14. února 1945 jsem byl dopoledne doma (v té době Rainerova ul. č. 1, nyní Jindřicha Plachty, Smíchov) a kolem



Viktor Trkal v laboratoři na ÚŘE (asi rok 1963).

poledne venku na nábřeží u Vltavy, kde jsem za krásného slunečného počasí zažil bombardování Prahy. Viděl jsem, jak dopadaly bomby na klášter Emauz a zbouraly jeho dvě věže, na Palackého most a značně ho poškodily, i do Vltavy atd. Trvalo to krátce. Odpoledne jsem šel do školy, kde nás hned zařadili k CO (civilní obraně) – Luftschutzpolizei. Po vybavení vojenskými čs. letními uniformami, přilbou a opaskem nás určili k odklizení trosky v okolí Karlova náměstí, resp. ukládání mrtvol do kostela sv. Ignáce. Já jsem odklízěl trosky v zadním traktu budovy v Ječné ulici, kde má desku Božena Němcová. Asi po dvou týdnech jsme zase začali chodit do školy. Když v dubnu hloubkaři napadali továrny ČKD ve Vysočanech, tak jsme tam byli znovu nasazeni a to trvalo až do soboty 5. května.“ Po vypuknutí Pražského povstání se Trkal se spolužáky přihlásil k povstalcům: „Přihlásili jsme se jako organizovaná skupina ve Štefánikových kasárnách u Vládního vojska. Dostali jsme staré jezdecké karabiny (Mauser), sumky a asi 20 nábojů a byli přiděleni ke spojovací a strážní službě. Jako takoví jsme nosili různé obálky po Praze až i na Zbraslav. Také jsem doručoval asi třikrát zprávu do krytu (později veřejných toalet) v Masné ulici vedle kostela sv. Jakuba. Tak jsem se dostal i na Staroměstské náměstí s orlojem. ... Já jsem se na Starém Městě dobře vyznal, znal jsem mnoho průchodů, a tak jsem se mohl dosti bezpečně v tomto rajonu pohybovat. Navštěvoval jsem asi od tercie obchod s chemickým zbožím fy Kreidl, četl Foglarova Mladého hlasele, hledal Vonty a záhadu hlavolamu i Rychlé šípky, a to bylo důvodem mé znalosti prostředí této části Prahy. Zpovzdálí jsem viděl samohybná děla, která zapálila Staroměstskou radnici včetně orloje.“

Po obnovení Československé republiky dokončil sextu a pokračoval ve studiu v budově gymnázia



Portrét s otcem.

¹ Zpracováno s využitím článku V. Kemenny: Viktor Trkal ml.: Životopis. <https://www.matfyz.cz/clanky/318-viktor-trkal-ml-zivotopis>. Autor děkuje za připomínky a podklady P. Peterkovi a M. Milerovi (ÚFE, AV ČR).

Recenze knih

Didaktické kompendium pro fyziky i filozofy

MICHAL ČERNÝ:

Vybrané kapitoly z fyziky a filosofie

Masarykova univerzita, Brno 2018.

ISBN: 978-80-210-9018-7

Filozofie fyziky nemá v naší populárně-vědecké literatuře příliš silnou pozici. Důvodů je více: jednak nedostatek publikací věnovaných tomuto tématu, jednak nedostatečná orientace fyziků ve filozofické a filozofů ve fyzikální problematice. Jak z tohoto hlediska ob stojí kniha Michala Černého *Vybrané kapitoly z fyziky a filosofie*, vydaná loni brněnskou Masarykovou univerzitou?

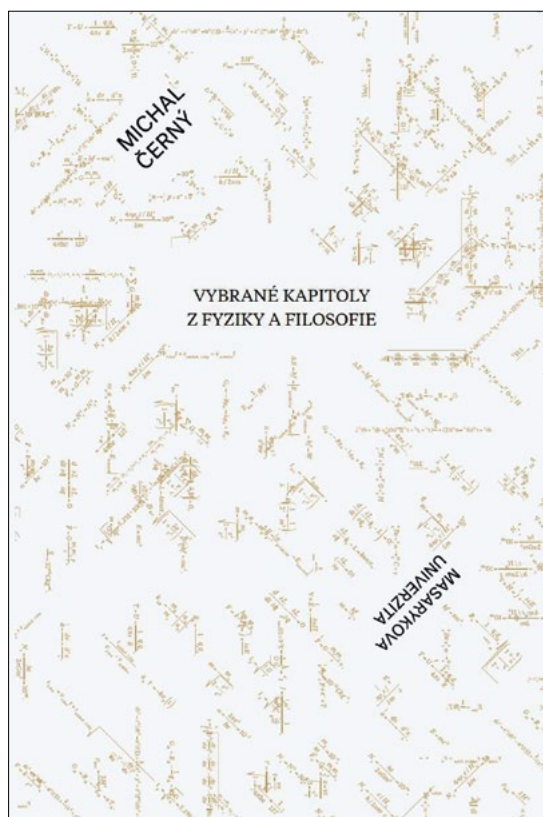
RNDr. Michal Černý je odborným pracovníkem a vyučujícím Kabinetu informačních studií a knihovnictví MU v Brně. Rigorózní zkoušku ve studijním programu Obecné otázky fyziky složil předloni s prací *Antropický princip ve fyzice a filosofii*, která po přepracování tvoří zhruba prostřední třetinu předkládané knihy. Dané problematice se věnuje již několik let, knize předcházela stejnojmenný webový hypertext.

Kniha mimo jiné poskytuje vhled do myšlení a metodologie konkrétních velkých postav fyziky – od Isaaca Newtona přes Ernsta Macha po Alberta Einsteina a Nielse Bohra (ostatně autorův bohrovský text z roku 2013 mohli číst i čtenáři Čs. čas. fyz.). Za nejprínosnější pokládám pasáže o prostoročasu, hmotě a paradoxech.

Přestože nesdílím autorovo přesvědčení o významu antropického principu, i tato část knihy stojí za pozornost. Aby ovšem autorova argumentace „jemným vyladěním“ našeho vesmíru měla filozofickou relevanci, musela by zdůvodnit nejen citlivost našeho výskytu vůči výchozím podmínkám našeho vesmíru, ale také to, že v rámci tohoto vesmíru i po jeho vzniku – či například po vzniku života – je pokračování naší existence (díky existenci pravidelností spojených s výchozími podmínkami a konstantami našeho vesmíru) méně pravděpodobné než náš okamžitý rozpad jakožto „boltzmannovských mozků“, které za svou dosavadní existenci vděčily jen zdání pravidelností: zdání, jaké vždy některé z chaotických vesmírů budou vykazovat, bude-li jich dostatečně mnoho. Takové zdůvodnění však není podle mne po ruce. Prostřední část knihy

by mohla být kratší, na druhé straně mi zde chybělo uvedení a rozvedení Fermiho paradoxu (nesouladu mezi současnými daty předpokládaným počtem planet podobných Zemi v pozorovatelném vesmíru a absenci detekovatelných známek mimozemského života).

Zatímco první z autorových vlastních formulací antropického principu je vcelku standardní a neproblematická, její doplněk o několik stran později již takový není: „Pokud by byl vesmír poznatelný celý, přestal by existovat“ (str. 254, pozn. 592). Čtenářům Adamsova humoristického sci-fi románu *Stopařův průvodce po Galaxii* (přesněji úvodu jeho druhé části: „Existuje teorie, která tvrdí, že kdyby jednou někdo přišel na to, k čemu vesmír je a proč tu je, vesmír by okamžitě zmizel...“), může znít tato formulace povědomě. Argumentace pro ni se opírá o existenci temné hmoty a energie a je jakýmsi Wheelerovým účastnickým principem naruby: snad je zde rovněž inspirace kolapsem vlnové funkce v kodaňském výkladu kvantové mechaniky, pokud ji autor vnímá jako redukci samotné skutečnosti. Nesporně jde o zajímavé, byť ne zcela přesvědčivé zdůvodněné stanovisko. Jako největší přínos této kapitoly ale vnímám vyrovnání se s konečným (finálním) účastnickým principem Franka Tiplera jako s potenciálně falzifikovatelnou podobou antropického principu, včetně porovnání s jeho východisky v koncepcích Teilharda de Chardin (což Černého zájem o tohoto již ve filozofii přírodních věd poněkud pozapomenutého



autora opravňuje) a poukazu na nebezpečí s Tiplerovým stanoviskem spojená.

Fyzikálně je kniha v podstatných rysech na úrovni soudobého poznání, vytkneme jen detaily: u transakční interpretace kvantové mechaniky by vedle R. Feynmana a J. Wheelera bylo možné zmínit J. Cramera i jinak než jako autora sekundární literatury, více místa by si zasloužila de Broglieho-Bohmova interpretace, pečlivější zpracování by snesla „částicová zoo“. Autorova teistická východiska se neprojevují na jeho fyzikální odbornosti, při filozofické interpretaci jsou ale někdy rušivá. Teismus není nijak obecně přijímán jako „filozoficky nejstandardnější řešení“ a některé koncepty multiverza oproti Černému mínění problém ontologické kontingence (ne-nutnosti existujícího) řeší. Při vyrovnání s evolučními problémy by měl autor vzít zřetel na soudobou produkci neodarwinistických teoretiků, zohlednit by bylo třeba rovněž Davida Lewise a celou modální ontologii, v případě problémů identity pak filozofickou reflexi problematiky od Dereka Parfita dále. Že v Everettově koncepci multiverza aktuálně žijeme jen v jednom vesmíru, je zavádějící: jsme kopii v jedné větvi vesmíru, „já“ naší identity se vztahuje i na ty ostatní – Černý zde H. Everettovi, u něhož jde přinejmenším o částečnou identitu, podsouvá názor připisovatelný spíše následovníkům zmíněného D. Lewise.

Přednosti a slabiny Černého knihy lze posoudit také srovnáním, a to s *Nástinem filozofie vědy (Empirické základy vědy v analytické tradici)* od Lukáše Hadwiger Zámečnicka z roku 2015, který od svého vydání slouží v českém prostředí i jako určitý etalon současné filozofie fyziky. Obě knihy mnohé spojuje: autoři jsou mladými moravskými univerzitními vědci (Zámečnick učí na katedře obecné lingvistiky FF UP), absolventy fyziky i oborů spojených s filozofií (Černý je bakalářem teologie), obě knihy vyšly v brněnských nakladatelstvích a ve spojení s moravskými univerzitami (Host spolu s UP v Olomouci, Masarykova univerzita), oba autoři nejsou přímo učiteli filozofie fyziky, ale pracují v oborech s touto oblastí souvisejících. Obě knihy jsou také spojeny s doyenem české filozofie fyziky doc. Jiřím Langerem, který Zámečnickovu knihu přímo recenzoval (lektoroval) a k Černého knize přispěl přinejmenším svými radami (vědeckými recenzenty Černého knihy byli brněnští profesori Josef Krob a zejména Jan Antonín Novotný, který je také hlavním autorem jedné z podkapitol – což je bohužel zmíněno jen v poznámce pod čarou).

Zámečnick se soustředil více na metateorie a modely, používal fyziku v příkladech, jejichž konkrétní stručný popis se vzorci vyčlenil na konec knihy. Jeho styl hlavního textu je uvolněnější, uváděný citáty beletrizujících filozofů či básníků. U Černého naproti tomu fyzika dominuje, vzorci a jejich výklady je prokládán samotný hlavní text, problémy jsou podány detailněji a ve fyzikálním kontextu, což může být užitečnější pro fyzikálně orientovaného čtenáře i filozofa, který se chce seznámit s pro něj zajímavými fyzikálními problémy. Cenný je i důraz Černého na didaktičnost a jeho znalost teorie výuky.

Naopak zatímco Zámečnickovi není, pokud jde o filozofickou reflexi, téměř co vytknout – snad až na přílišnou skepsi vůči spekulativnějším přesahům fyziky a určitou rezignaci na chápání filozofie fyziky jako součásti snahy o vysvětlení a porozumění světu –, u Černého

ho jsme výtek shromáždili více. Černého kniha rovněž mnohem více vychází z prací českého či moravského prostředí a většího podílu sekundární literatury, i když ani zahraniční produkci nezanedbává. Je také méně kompaktní než Zámečnick – lze na ní více vidět švy jednotlivých původně samostatných prací, které by zasloužily větší integraci, včetně sjednocení terminologie. Jak již název knihy naznačuje, ne vždy zde vychází probíraná filozofická problematika důsledně z fyzikální. V neposlední řadě trpí Černého kniha ve větší míře překlepy, naštěstí výrazně neovlivňujícími vyznění jednotlivých pasáží. Uvádění překladatelů a autorů předmluv bezprostředně za jmény autorů v bibliografických odkazech je trochu matoucí. Nezvykle působí také uvádění dat narození současných fyziků a filozofů, je ale jen důsledkem snahy o sjednocení s uváděním slavných jmen z minulosti.

Zatímco tedy Zámečnick vytvořil standardní přehled soudobé filozofie vědy, který by po překladu do angličtiny mohl být jen po malých úpravách převzat v kterékoliv jiné zemi, Černého kniha je více didaktickým kompendiem, cíleným do českého prostředí výuky a do řad našich představitelů obou oborů. Na otázku, zda si vedle Zámečnickova Nástinu pořídit i Černého kompendium, můžeme proto odpovědět jednoznačně: ano.

Miroslav Dočkal,

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.,
Husinec-Řež 130, 250 68 Řež; dockal@ujf.cas.cz

ŠTEFAN LUBY (EDITOR) A KOL.:

Od tranzistora k integrovanému obvodu (kapitoly z dějin česko-slovenskej elektroniky)

VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied,
Bratislava 2018. ISBN 978-80-224-1675-7.

Cena: 12,5 EUR (v e-shopu nakl.: 10,0 EUR)

Posuzovaná kolektivní monografie podává přehled vývoje fyziky a techniky polovodičů a polovodičové mikroelektroniky od jejich počátků v poválečném Československu až do současnosti na Slovensku. Činí tak na pozadí pokroků dosažených v tomto klíčovém vědecko-technickém oboru ve světě. Autory jednotlivých kapitol jsou renomovaní slovenští specialisté ve zmíněných oblastech výzkumu, vývoje a výroby. I když v knize jsou zmiňována i výzkumná pracoviště a výrobní závody v dalších zemích střední a východní Evropy, pozornost je logicky soustředěna na Slovensko. Kniha tak vhodně doplňuje dříve vydanou publikaci [1], jejíž těžiště leželo spíše v českých zemích, i když slo-



venské podniky a instituce tam jsou též připomínány, viz např. TESLA Piešťany v příspěvku [2].

Úvod do vývoje fyziky a techniky polovodičů a polovodičových součástek ve světě podává v první kapitole redaktor knihy Štefan Luby. Na konci knihy je připojen seznam Nobelových cen udělených za objevy na tomto poli od roku 1956 a dále jsou uvedeny a vysvětleny všechny zkratky a základní pojmy zmíněné v předcházejících textech, obojí od téhož autora. Ve druhé kapitole nestor oboru Július Krempaský popsal ranou fázi vývoje fyziky polovodičů v Československu od první poloviny padesátých let minulého století, kdy se začali někteří slovenští fyzici vážně zabývat jedinečnými vlastnostmi těchto materiálů a možnostmi jejich využití v praxi. Třetí kapitola představuje osobnost a dílo Helmara Franka – žáka jednoho z otců zakladatelů fyziky a techniky polovodičů Bernarda Guddena. Rudolf Kinder zde stručnou, avšak obsahově bohatou formou shrnuje Frankova léta učenická a tovaryšská na Německé univerzitě v Praze, aby pak plynule navázal poválečnými aktivitami a zahrnul jeho práci vědeckou, pedagogickou a organizační i v následujících desetiletích (zvláštní pozornost je soustředěna na spolupráci se slovenskými specialisty a institucemi), prakticky až do skonu profesora Franka 19. září 2015.

Těžiště následující kapitoly knihy se posouvá od fyziky polovodičů k návrhům, realizaci a průmyslové výrobě komerčních polovodičových součástek. Vladimír Áč podal ve svém obsáhlém příspěvku podrobný výklad dějin elektrotechnického průmyslu na Slovensku. Většina textu pojednává o TESLE Piešťany, kde autor dlouhá léta působil. Další kapitola popisuje vývoj nábojově vázaných prvků (CCD) na Slovensku. Milan Ožvold v ní poutavě vylíčil, o jak náročný úkol šlo. Je obecně známo, že k polovodičovým prvkům (Se, Si, Ge), jež zcela dominovaly polovodičové vědě a tech-

nice v počáteční fázi rozvoje těchto oborů, se později připojily složené polovodiče. O vývoji polovodičových součástek z arsenidu gallitého (GaAs) a obdobných materiálů na Slovensku pojednal v šesté kapitole Jozef Novák. Ivo Vávra a Peter Lobotka se v sedmé kapitole věnují spolehlivosti metalizace (tj. vodivého propojení jednotlivých tranzistorů na čipu integrovaného obvodu). Ivan Kostič otevírá osmou kapitolu srovnáním elektronové litografie s jinými mikrolitografickými technikami, dále shrnuje nejvýznamnější aktivity v oblasti elektronové litografie v Československu, a pak již pokračuje výzkumnými a aplikačními litografickými projekty realizovanými ve Slovenské republice. V deváté kapitole popisuje Martin Šperka slovenský vývoj mikroelektronické součástkové základny pro výpočetní techniku.

Pokud by se čtenáři našeho časopisu chtěli před zakoupením knihy seznámit s jejím obsahem ještě podrobněji, než je uvedeno výše, doporučuji jejich pozornosti obsáhlou recenzi napsanou Danielem Kluvancem pro *Obzory matematiky, fyziky a informatiky* v minulém roce [3].

Všechny texty jsou zpracovány věcně, stylisticky i redakčně na velmi dobré úrovni. I při rozrůzněnosti témat a osobních stylů autorů působí kniha překvapivě jednotným, kompaktním dojmem. Mám k ní vlastně jen jedinou vážnější výhradu, která je spíše technického rázu. Nechybí zde jmenný rejstřík – viz str. 204–209. Je však dosti neobvyklý. Ke každé kapitole jsou přiřazena jména pracovníků tam zmíněných, ovšem bez udání strany, na níž je o nich pojednáno. Není mi jasné, proč kniha nemá jmenný rejstřík zpracovaný tradičním způsobem, tj. „Jan Novák – str. 5, 17, 56 a 97“. Vzhledem k charakteru díla by také nebylo od věci vybavit jej rejstříkem věcným a místním. Je to překvapivé, neboť kniha je doplněna zajímavými osobními vzpomínkami recenzentů (str. 192–203), pěknými medailony autorů (str. 210–214) a důkladně zpracovanými anglickými abstrakty (str. 215–223). Omezení rozsahu publikace tedy příčinou redukce rejstříků patrně nebylo. Jsem si vědom, že jde v současnosti o poměrně rozšířený jev, ne o výjimku týkající se právě jen této knihy.

Celkově knihu hodnotím jako dobře rozvrženou, obsažnou, zdařilou a čtivou kolektivní monografii, jež navazuje na dříve vydané texty a daná témata rozvíjí. Bude cenným zdrojem informací nejen polovodičovým fyzikům a elektrotechnikům, zájímavým se o historii svých oborů, ale i badatelům v oboru dějin přírodních věd a techniky a dějin hospodářských.

- [1] J. Cetkovský, J. Folta (red.): „Polovodičová doba v Československu“, *Práce z dějin techniky a přírodních věd* 7, 1–150 (2005).
- [2] D. Chren: „MOS (CMOS) integrované obvody v Československu“, *Práce z dějin techniky a přírodních věd* 7, 85–92 (2005).
- [3] D. Kluvanec: „Recenze knihy: Štefan Luby et al.: Od tranzistora k integrovanému obvodu“, *Obzory matematiky, fyziky a informatiky* 47(4), 67–70 (2018).

Libor Juha

Oddělení radiační a chemické fyziky
Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
Oddělení laserového plazmatu Ústavu
fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i.
Za Slovankou 3, 182 00 Praha 8